DIE HISTOLOGISCHEN
VERÄNDERUNGEN DER GROSSHIRNRINDE
BEI LOKALEM DRUCK.

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR
ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE
IN DER GESAMMTEN MEDICIN
VORGELEGT DER
HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT
DER
KGL. LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT ZU MÜNCHEN
UNTER DEM PRÄSIDIUM DES
HERRN PROFESSOR OBERMEDICINALRATH
Dr. O. BOLLINGER
VON

LUDWIG NEUMAYER.

MIT 3 TAFELN.

LEIPZIG,
DRUCK VON J. B. HIRSCHFELD.
1896

Sonderabdruck

aus der

„Deutschen Zeitschrift für Nervenheilkunde. VIII. Band.“

DIE HISTOLOGISCHEN
VERÄNDERUNGEN DER GROSSHIRNRINDE
BEI LOKALEM DRUCK.

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR
ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE
IN DER GESAMMTEN MEDICIN
VORGELEGT DER
HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT
DER
KGL. LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT ZU MÜNCHEN
UNTER DEM PRÄSIDIUM DES
HERRN PROFESSOR OBERMEDICINALRATH
DR. O. BOLLINGER
VON

LUDWIG NEUMAYER.

MIT 3 TAFELN.

LEIPZIG,
DRUCK VON J. B. HIRSCHFELD.

Während das vielumstrittene Gebiet der Lehre vom Hirndruck eine grosse Zahl von Autoren, wie Bergmann[1]), Adamkiewicz[2]), Albert[3]) u. A. veranlasste, das Für und Wider dieser Lehre einer eingehenden Prüfung in physikalischer Hinsicht zu unterziehen, während ferner die Untersuchung der mit den Druckverhältnissen des Gehirnes in so naher Beziehung stehenden Blutcirculation der Schädel-Rückgrathöhle Werke entstehen liess, welche, wie das in jüngster Zeit von Grashey[4]) als Festschrift verfasste, diese Frage in erschöpfender Weise behandeln: haben die histologischen Veränderungen, hervorgerufen durch allgemeinen oder localen Druck im Rückenmarke oder Gehirne, wenige oder keine Bearbeitung gefunden. Erwähnung können hier nur finden die diesbezügliche Studie von O. Kahler[5]), sowie die Bearbeitung dieses Themas von P. Rosenbach und A. Schtscherbak[6]), Arbeiten, welche auf experimentellem Wege die durch Druck auf das Rückenmark hervorgerufenen Veränderungen einer eingehenden histologischen Prüfung zu unterziehen bestimmt waren.

1) Ueber den Hirndruck. Archiv f. klin. Chirurgie. Bd. XXXII. H. 3. S. 705.

2) Ueber Gehirndruck und Gehirncompression. Wiener Klinik. 1884. S. 201.

3) Die Lehre vom Hirndruck. Klin. Zeit- und Streitfragen. Bd. III. H. 3. 1889.

4) Experimentelle Beiträge zur Lehre von der Blutcirculation in der Schädel-Rückgratshöhle. Festschrift, Verlag von J. F. Lehmann. München 1892.

5) Ueber die Veränderungen, welche sich im Rückenmarke infolge einer geringgradigen Compression entwickeln. Zeitschrift f. Heilkunde. 1882. Nr. 3.

6) Ueber die Gewebsveränderungen des Rückenmarks infolge von Compression. Dieses Archiv. Nr. 122.

Bei der principiellen Wichtigkeit der von diesen Autoren gewonnenen Resultate möge in Kürze ein Ueberblick über dieselben gegeben werden.

Kahler, welcher seine Versuche ausschliesslich an Kaninchen ausführte, indem er denselben in den freigelegten Wirbelkanal flüssiges Wachs injicirte, fasst die Ergebnisse in 4 Perioden zusammen:

Die 1. Periode — die Thiere wurden 6—13 Stunden nach der Ausführung der Operation getödtet — lässt an den mit Carmin gefärbten Schnitten von der Druckstelle im Rückenmarke die Axencylinder um das Vier- bis Fünffache ihres Querschnittes verbreitert erscheinen, das interstitielle Gewebe zeigt keine auffallende Veränderung. Die 2. Periode, welche eine Lebensdauer der Versuchsthiere von 2—10 Tagen umfasst, ist gekennzeichnet durch noch stärkere Schwellung der Axencylinder, Auftreten von Vacuolen, Verschwinden des Axencylinders und Bildung von einzelnen Körnchenzellen. In der 3. Periode — die Versuchsthiere blieben einige Wochen am Leben — zeigen sich von Axencylindern völlig freie Gliamaschen, von denen einige mit homogen aussehender oder schwach granulirter Masse gefüllt sind; auch eine Dickenzunahme des Gliagewebes ist zu constatiren. Die Veränderungen der 4. Periode — sie umfasst eine Versuchsdauer bis zu einigen Monaten — bestehen in einer herdweise vertheilten Sklerose und in einer Verdickung des interstitiellen Gewebes. In einem Falle fand sich in der grauen Substanz Höhlenbildung.

Die Versuche Rosenbach's und Schtscherbak's wurden an Hunden ausgeführt, wobei auf das Rückenmark, nach der Eröffnung des Wirbelkanales, silberne Kügelchen und Stäbchen aufgelegt wurden. Die zur Beobachtung gelangten pathologisch-histologischen Veränderungen werden von den Verfassern in folgender Weise zusammengefasst:

In einer Reihe der Versuche entsteht in der weissen Substanz des Rückenmarkes am Ort der Compression eine Affection der Nervenfasern, die sich durch Quellung, Degeneration, Zerfall und Schwund der Axencylinder, ferner durch Läsion der Structur der Markscheiden, ihren Zerfall und Schwund, durch Erweiterung der sie umschliessenden Neurogliamaschen und Verdickung der Bälkchen des Stützgewebes äussert. Da, wo die Nervenelemente der weissen Substanz gänzlich zerstört sind, treten an ihrer Stelle neugebildete, bindegewebige Elemente und Spinnenzellen auf. Die Affection ist auf einen kleinen Herd beschränkt, der der Stelle der Compression entspricht und im Niveau dieses Herdes erscheint die angrenzende Partie des Querschnittes noch im Bereich der nämlichen Rückenmarkshälfte intact.

In der grauen Substanz beschränken sich die Veränderungen in der Ausdehnung des Herdes auf zerstreute Infiltration des Gewebes, Trübung der Grundsubstanz, Erweiterung der Gefässe und degenerativ-atrophische Erscheinungen an den Ganglienzellen.

In einer anderen Reihe der Versuche sind im Niveau der Compression Veränderungen der weissen Substanz gar nicht vorhanden oder sehr schwer ausgeprägt, aber im Gebiete der grauen Substanz findet ein Erguss plasmatischen Exsudates statt, wodurch eine Partie des Gewebes spurlos, als ob es resorbirt worden wäre, untergeht und im Inneren der Rückenmarkssubstanz Spalten und Höhlen entstehen. In der Umgebung letzterer können pathologische Veränderungen des Gewebes gänzlich fehlen, oder sie sind vorhanden, beschränken sich aber auf geringfügige Infiltration und Trübung in der grauen Substanz und degenerative Vorgänge an den Nervenfasern, vorzüglich nur an den Axencylindern, in der weissen Substanz. Als constante Erscheinung tritt an dieser Reihe von Versuchen eine ungemein ausgesprochene Erweiterung des Centralkanales, hauptsächlich im Gebiete der Compression und Höhlenbildung, aber auch an entfernt liegenden Querschnitten, auf.

Von mikroskopischen Untersuchungen der durch Druck auf das Grosshirn hervorgerufenen Veränderungen findet sich in Fütterer's Compendium der pathologischen Anatomie, 1. Auflage. S. 166 eine diesbezügliche Angabe; er berichtet hier von einem Gehirntumor, welcher von der Schädelbasis gegen das Grosshirn emporwucherte und bei dessen mikroskopischer Untersuchung Atrophie der Nervenfasern der grauen Substanz constatirt wurde. Weitere, eingehendere Ergebnisse konnten vom Verfasser nicht in Erfahrung gebracht werden.

Ziegler[1]) führt in seinem Lehrbuch der pathologischen Anatomie unter dem Kapitel, „durch Compression und durch Quetschungen bedingte Hirn- und Rückenmarkserweichungen" aus, dass „das Gehirn am Orte der Geschwulstbildung eine Impression erhält; erreicht die Geschwulst keine erhebliche Grösse, so bleibt die Hirnsubstanz intact; erst bei starker Raumbeengung stellt sich eine einfache oder degenerative Atrophie ein. Häufiger tritt letzteres ein, wenn Geschwülste im Inneren des Gehirns sich entwickeln oder wenn chronische Hirnabscesse durch schubweise auftretende Vergrösserung auf die Umgebung drücken und dadurch Circulationsstörungen herbeiführen".

Wie aus den oben gesammelten, mir zugänglichen Literaturangaben

1) Lehrbuch der patholog. Anatomie. 4. Aufl. 2. Theil. S. 559.

hervorgeht, hat das berührte Thema nur in Hinsicht auf die im Rückenmarke entstehenden Veränderungen eine eingehendere mikroskopische Untersuchung erfahren; die histologischen Veränderungen im Gehirne wurden, wie z. B. bei den einschlägigen Versuchen von Adamkiewicz, keiner genaueren Prüfung unterzogen.

Zweck vorliegender Abhandlung ist es nun, an einer Reihe von Versuchen an Thieren — es wurden aus unten anzugebenden Gründen nur Kaninchen hierzu gewählt —, bei denen durch Einführen von Fremdkörpern zwischen Schädeldach und Dura mater experimentell Compression des Grosshirns hervorgerufen wurde, die entstandenen histologischen Veränderungen durch eine sorgfältige mikroskopische Untersuchung darzulegen.

Um Wiederholungen zu vermeiden, möge der Beschreibung der einzelnen Fälle eine Darstellung der Art und Weise der Ausführung der Operation vorausgeschickt werden, die bei allen Versuchen genau in derselben Weise durchgeführt wurde.

Nach Durchtrennung der Kopfhaut mittelst eines in der Medianlinie verlaufenden Schnittes wurde mit einem Raspatorium das Periost des einen Scheitelbeines zurückgeschoben. Der nun freiliegende Knochen wurde behufs Eröffnung der Schädelhöhle trepanirt, wobei mit der grössten Vorsicht verfahren wurde, um jede Verletzung der Hirnhäute oder des Gehirnes zu vermeiden; zudem wurde die Trepanationsöffnung immer etwas seitlich von der Sutura sagittalis angelegt, um nicht eine Blutung aus dem Längsblutleiter hervorzurufen. Da die Trepankrone nur einen Durchmesser von 0,5 Cm. besass, war es nothwendig, um ein genügend grosses Operationsgebiet freizulegen, die Trepanationsöffnung noch mit einer Knochenzange zu erweitern, so dass es nunmehr ohne Schwierigkeit möglich war, grössere Fremdkörper zwischen die knöcherne Schädelkapsel und die Dura mater einzuführen. Als solche die Compression des Gehirnes bewirkende Fremdkörper dienten Bleikugeln, sogenannte Rehposten, welche bei einem Durchmesser von 0,5 Cm. sehr wohl geeignet schienen, einerseits eine hinreichend grosse Verdrängung von Gehirnsubstanz zu bewirken, als sie auch andererseits bei ihrer Glätte nach vorheriger Sterilisirung und Desinfection fast mit Sicherheit eine Infection durch Mikroorganismen ausschlossen. Den schwierigsten Theil der ganzen Operation bildete die Einführung dieser Kugeln zwischen Dura mater und das knöcherne Schädeldach. Nur mit der grössten Vorsicht und unter äusserst langsamem Vordrängen der Kugel mit der Zeigefingerkuppe zwischen die oben erwähnten Theile war es möglich, ein Zerreissen oder eine Quetschung der darunterliegenden Gehirnpartien zu vermeiden, zumal die Thiere gerade bei diesem Theile der Operation am unruhigsten waren, und häufig durch einen plötzlichen Ruck mit dem Kopfe die Vorwärtsbewegung der Kugel beschleunigten, wobei dann regelmässig der plötzliche, zu grosse Druck Läsionen hervorrief. War die Kugel soweit vorgeschoben, dass ihr hinterer Rand eben in der Trepanationsöffnung noch

zu sehen war, so wurde, um einerseits die Compression noch zu vergrössern, andererseits ein Zurückweichen der Kugel hintanzuhalten, noch Wachs eingeführt. Dasselbe wurde vor dem Gebrauch behufs Sterilisation erhitzt und in knetbarem Zustande — niemals aber heiss — in die Trepanationsöffnung gebracht, und so nicht nur ein Verschluss derselben erzielt, sondern auch häufig die oft nicht unbedeutenden, langandauernden Blutungen aus der Diploe gestillt. Nunmehr erfolgte gründliche Reinigung des Operationsgebietes, Vereinigung des Periostes sowie der Haut durch die Naht, sowie Collodiumverband. Die so behandelten Thiere zeigten während der verschieden langen Lebensdauer mit Ausnahme von zweien, welche bei der späteren Untersuchung nicht zur Verwendung kamen, keine Reaction, welche irgendwie auf eine Störung oder eine Complication in der Wundheilung hätte schliessen lassen.

Im hohen Grade interessant musste es vom physiologischen und klinischen Standpunkte erscheinen, die Wirkung eines solchen Eingriffes in das Centralnervensystem unmittelbar nach der Operation und im weiteren Verlauf der Heilung zu verfolgen, weshalb hier einige Beobachtungen angegeben sein sollen.

Eines der operirten Thiere zeigte unmittelbar nach der Operation Uhrzeigerbewegung; später ist selbständige Bewegung unmöglich, die Sensibilität ist am ganzen Körper, soweit es überhaupt bei Thieren festzustellen möglich ist, mit Ausnahme der hinteren Extremitäten, erhalten; an letzteren ist fortwährender Tremor wahrzunehmen. Im weiteren Verlauf der Beobachtung gestaltet sich das Symptomenbild folgendermaassen:

11. März. Die Temperatur war im Verlaufe des Tages 34,4°, also weit unter der Norm, die Zahl der Athemzüge 60. Pupillarreflexe sind erhalten, im Augenhintergrunde wird nichts Abnormes gefunden.

12. März. Die Temperatur schwankt Tags über zwischen 33,5 und 34,5°, die Athmung beträgt 54 in der Minute. Da das Thier nicht selbständig Nahrung aufnimmt, wird ihm mit einer Pipette Wasser eingeflösst, welches ebenso wie das dargereichte Futter mit regelmässigen Schlingbewegungen verschluckt wird. Die motorischen Erscheinungen zeigen keine Aenderung. Nachmittags treten zeitweise an den vorderen Extremitäten Streckkrämpfe auf, die aber bald wieder verschwinden.

13. März. Die Temperatur schwankt zwischen 35,0 und 36,1°, während die Respiration auf 44 gesunken ist. Das Thier wird wieder künstlich ernährt und die Nahrung gierig und ohne Beschwerden verschlungen. Im Harne, der wie der Koth regelmässig entleert wird, findet sich weder Eiweiss noch Zucker. Das Thier liegt den ganzen Tag regungslos da. Die Wunde ist rein.

14. März. Die Temperatur beträgt im Durchschnitt 33,5°; die Respiration 40; dieselbe ist sehr schleppend.

15. März. Die Temperatur ist auf 28,0° gefallen, die Zahl der Athemzüge ist 34, öfters einige Zeit ganz ausbleibend. Das Thier ist vollkommen apathisch; im Harne findet sich eine Spur Eiweiss; Nachmittags geht dasselbe im comatösen Zustande zu Grunde.

Die Section, welche unmittelbar nach dem Tode des Thieres vorgenommen wurde, ergab folgenden Befund:

Die Haut oberhalb der Trepanationsöffnung ist gut verheilt, beim Eröffnen der ersteren zeigt sich kein Eiter. Bei der Herausnahme des Gehirns zeigt sich, dass die Dura mater in der Umgebung der Trepanationsöffnung mit dem knöchernen Schädeldach fest verwachsen ist. Sonst findet sich bei der Untersuchung nichts Besonderes. Die eingeführte Wachskugel lag, etwas abgeplattet, auf der Convexität des hinteren Drittels der Hemisphäre und war bis zum Niveau der Gehirnoberfläche eingedrückt worden. Gehirn und Rückenmark wurden behufs mikroskopischer Untersuchung in Müller'sche Flüssigkeit resp. Kalium bichromicum gehärtet, in Celloidin eingebettet und theils nach Weigert, theils mit Ehrlich'schem Hämatoxylin gefärbt. Erwähnt sei hier, dass in allen Fällen mehrere Versuchsthiere genau auf dieselbe Weise operirt und das Gehirn nach gleich langer Lebensdauer der Thiere immer in übereinstimmender Weise fixirt u. s. w. wurde. Ausser den oben erwähnten Färbungsmethoden bediente ich mich zum Nachweis der Ganglienzellen nach vorausgegangener Alkoholhärtung der Nissl'schen [1]) Methode, sowie zum Nachweis degenerirender Nervenfasern der von Marchi [2]) angegebenen Imprägnation, die äusserst elegante und beweisende Bilder lieferte.

Um nun an einer continuirlichen Reihe von Versuchen die histologischen Veränderungen beobachten zu können, wurde die Versuchsanordnung in der Weise getroffen, dass die Thiere nach vierstündiger bis zweimonatlicher Einwirkung des Druckes getödtet wurden, wobei sie einer beständigen Ueberwachung ihres Befindens unterstellt blieben. In nur wenigen Fällen konnten jedoch so ausgeprägte cerebrale Erscheinungen constatirt werden, wie sie in obigem Falle angegeben wurden, die Mehrzahl der Versuchsthiere zeigte keine oder nur geringe Störungen im Allgemeinbefinden, so dass die Versuchsdauer beliebig lang ausgedehnt werden konnte, ohne ein vorzeitiges Eingehen der Thiere befürchten zu müssen. Aus diesem Grunde sollen im Folgenden keine Krankengeschichten mehr mitgetheilt und auch die Sectionsbefunde, insofern sie nichts speciell Neues bieten, weggelassen werden.

Um eine annähernde Schätzung der Grösse der Volumsabnahme des Gehirnes resp. Verdrängung von Liquor cerebrospinalis zu erhalten, wurden an einer Reihe von frischen, intacten Kaninchengehirnen Volumsbestimmungen gemacht und ein Mittelwerth von 10 Ccm. erhalten. Da in den meisten Fällen die Volumbestimmung für den eingeführten Fremdkörper — Bleikugel mit Wachs — 0,5 Ccm. ergab, so resultirt, dass durch Einführung dieser Masse eine Reduction von etwa $^1/_{20}$ des Schädelinhaltes bewirkt wurde. Wie ich bereits oben

1) Th. Nissl, Neurolog. Centralblatt 1887 und nach brieflicher Mittheilung.

2) Marchi, Singer und Münzer, Beitrag zur Anatomie des Centralnervensystems, insbesondere des Rückenmarkes. Denkschrift der math. phys. Klasse der Wiener Akad. der Wissensch. Vol. XV.

bemerkte, können diese Angaben nur als Mittelwerthe gelten, denn je nach der Menge des nach der Einführung der Kugel verwendeten Wachses, dessen Quantität nicht genau bemessen werden konnte, schwanken die Werthe; es musste daher auch nach der Herausnahme des Gehirnes eine je nach Umständen grössere oder kleinere Druckstelle zur Beobachtung gelangen, wofür die in Taf. I, Fig. 1 dargestellten Abbildungen Zeugniss geben. Dieselben wurden nach Photogrammen hergestellt und zeigen im Frontalschnitt den grössten Durchmesser der Druckstelle mit der correspondirenden normalen Hemisphäre.

Es musste im vorhinein angenommen werden, dass die anatomischen Veränderungen — wenn überhaupt welche eintreten würden — einer gewissen Zeit bedürfen würden, um sich auszubilden, und zwar konnte vermuthet werden, dass ein Unterschied bestehen würde zwischen denjenigen, welche bald oder wenigstens kurze Zeit nach der Operation auftreten, und denen, die nach längerer Dauer des Druckes sich ausbildeten. Diese letzteren konnten entweder einen progressiv fortschreitenden Charakter haben oder eine Art Heilungsprocess darstellen.

Mit Berücksichtigung dieser Möglichkeiten musste die Versuchsanordnung getroffen werden: deshalb wurden die Thiere nach vierstündiger bis zweimonatlicher Einwirkung des Druckes getödtet und das herausgenommene Gehirn nach den oben angegebenen Methoden weiter behandelt. Die erhaltenen Resultate sollen im Folgenden dargelegt werden.

Versuch I.

Die Druckdauer betrug 4 Stunden. An mit Sublimat und für die Nissl'sche Färbung mit Alkohol fixirten Schnitten zeigt sich bei Hämatoxylin- und Magentafärbung bei der mikroskopischen Untersuchung deutlich erkennbare Erweiterung der Blutgefässe der Gehirnhäute, ohne Verdickung ihrer Wandungen. Auch in der darunter liegenden Corticalmasse des Grosshirns findet sich diese Erscheinung, aber in bedeutend geringerem Grade ausgeprägt. Auf der Pia mater ist eine mässige Auflagerung von Rundzellen zu erkennen, die namentlich in der Nähe von Gefässen in Erscheinung tritt.

Die Ganglienzellen der moleculären Schicht haben, der Ausdehnung der Druckstelle entsprechend und diese noch etwas überschreitend, ihre charakteristische Form vielfach eingebüsst, und präsentiren sich namentlich bei Nissl'scher Färbung als gleichmässig runde oder ovale Zellkörper, denen die, gerade bei dieser Methode sonst so scharf zur Darstellung gelangenden Protoplasmafortsätze völlig fehlen. Die Zellkörper resp. Kerne zeigen eine deutliche Verminderung des Chromatins; an vielen Stellen findet es sich noch zu Haufen geballt und hat dann vielfach scholliges Aussehen. Ein grosser Theil der Ganglienzellenkerne ist im Centrum ganz frei von Chromatin und erscheint dann nur am Rande von einer

scharfen Zone desselben umgeben. Alle diese geschilderten Veränderungen beschränken sich noch auf die Molecularschicht, in den darunterliegenden Zonen des Grosshirns finden sich dieselben noch nicht ausgeprägt. Die Nervenfasern, welche theils nach der alten Weigert'schen Methode, theils nach der jüngst von ihm modificirten dargestellt wurden, zeigen ebenfalls schon Wirkungen des Druckes. Die Fasern der oberflächlichsten Schicht sind vielfach in ihrem Querdurchmesser verbreitert, und zwar kommt diese Vergrösserung in der Dicke nicht nur an kurzen Strecken in Form von Varicositäten vor, sondern auch, wie längsgetroffene Nervenstämme zeigen, auf weite Strecken hin. Wie die Querschnitte solcher Nervenfasern erkennen lassen, erfolgt die Verbreiterung derselben durch Dickenzunahme des Axencylinders und der Markscheiden, eine Erscheinung, die ich als Quellung auffasse; die Markscheiden sind am längsten in ihrer normalen Breite erhalten, weisen aber vielfach Stellen auf, die der Farbimprägnation gegenüber viel weniger zugänglich sind, als normale Markscheiden.

Sehr interessante Befunde ergab die Marchi'sche Methode. Nach der Angabe des Autors färben sich bei diesem Verfahren nur die degenerirenden Nerven, während die bereits degenerirten sowie die intacten Fasern der Imprägnation gegenüber indifferent sind. Es musste nun gerade hier ein sehr günstiges Object zur Prüfung der Richtigkeit der Methode gegeben sein, da, wie die obige Schilderung der an Weigert'schen Markscheidenfärbungen beschriebenen Veränderungen ergiebt, sich unzweifelhaft viele unter der Druckstelle liegende Nerven im Stadium der Degeneration befanden. Und in der That traten bereits bei einer Versuchsdauer von 4 Stunden die typischen Bilder der Marchi'schen Imprägnation zu Tage. Allerdings finden sich dieselben um diese Zeit noch auf die oberflächlichsten Schichten beschränkt, in den tieferen, wie der kleinen und grossen Pyramidenschicht, sind sie nur äusserst spärlich, aber von solcher Prägnanz, dass es leicht fällt, schon mit schwachen Vergrösserungen die Stellen zu erkennen.

Diese Fasern zeigen im Stadium der Degeneration an Stelle des Markringes einen scharf begrenzten, tiefschwarz gefärbten Hof, der an einzelnen Fasern continuirlich den grau gefärbten Axencylinder umgiebt, an anderen jedoch perlschnurartig um denselben zieht. Es sind dies offenbar den schon oben bei der Weigert'schen Hämatoxylinfärbung beschriebenen Veränderungen der Marksubstanz entsprechende Bilder.

Versuch II.

Die Versuchsthiere wurden nach achtstündiger Einwirkung des Druckes getödtet.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt eine mässige Auflagerung einer serofibrinösen, mit wenigen Rundzellen untermischten Masse, die über der Pia gelegen, einen kleinen Theil der Druckstelle einnimmt. Die Blutgefässe sind auch hier, wie bei dem vorhergehenden Versuch, stark gefüllt, und namentlich an der Oberfläche an einzelnen, dem Drucke besonders ausgesetzten Stellen abgeplattet. Die Ganglienzellen der Molecular- und der kleinen Pyramidenzellenschicht weisen die bereits oben gezeichneten Degenerationserscheinungen auf, einige der ersteren Zone sind

nur mehr in einigen schwach tingirten Körnchen erhalten, die in den nunmehr fast leeren Gliamaschen zerstreut liegen.

An Weigert'schen Markscheidenpräparaten kann namentlich ein fortschreitender Schwund der oberflächlichen Nervenfasern sowie ein Vordringen dieses Processes in die Tiefe constatirt werden.

Ersterer manifestirt sich an einzelnen Stellen durch Bildung zahlreicher Varicositäten der markhaltigen Nerven, so dass einige derselben mit Recht als „rosenkranzartige" Schnüre bezeichnet werden können. Je mehr man jedoch die tieferen Partien der Präparate durchmustert, desto mehr schwinden die Degenerationsprocesse und können etwa im Uebergang der kleinen in die grosse Pyramidenschicht überhaupt nicht mehr beobachtet werden.

Bei dieser Versuchsdauer war, wie Präparate, nach der Marchischen Methode hergestellt, bewiesen, die Anzahl der degenerirenden Nervenfasern eine ausserordentlich grosse; dieser Untergang von Nervenfasern beschränkte sich nicht nur auf die oberflächlichsten Schichten der Rinde, sondern konnte auch in den tieferen Theilen nachgewiesen werden, ja er dehnte sich selbst bis in das Marklager aus. Die Fig. 2 (Taf. I) giebt von einem solchen Präparate eine getreue Nachbildung: Man kann daselbst die dunkel imprägnirten scharf umrandeten Querschnitte der Nervenfasern auf dem Querschnitt in den verschiedensten Grössen und Vertheilung sehen; eine grössere Anzahl schief und längsgetroffener Fasern findet sich nur in den oberen Partien des Präparates, in den tieferen sind sie äusserst spärlich.

Versuch III.

Die Einwirkung des Druckes dauerte 18 Stunden; die hierdurch hervorgerufenen Veränderungen zeigen ein Fortschreiten der oben angegebenen Degenerationserscheinungen und bieten insofern einen gewissen Abschluss des Processes, als in den oberflächlichen Schichten keine weiteren auffallenderen Veränderungen mehr auftreten, und in der Schicht der grossen Pyramidenzellen und der polymorphen Zellen die Folgen des Druckes nicht mehr in so stürmischer Weise zum Ausdruck gelangen.

Die Ganglienzellen sind noch vielfach in den unteren Schichten intact, doch ist unzweifelhaft eine Abnahme derselben in allen Schichten zu constatiren. Die Nervenfasern, namentlich diejenigen der Tangentialfaserschicht, zeigen häufig Trennung der Continuität, ein Vorgang, der durch das oben geschilderte Auftreten der „perlschnurartigen" Fasern eingeleitet erscheint. Die Marchi'sche Methode lässt insofern Neues erkennen, als in den oberflächlichen Schichten mit derselben nur mehr eine spärliche Anzahl von Fasern imprägnirt wird, ein Beweis, dass die Degeneration der hier liegenden Nervenbahnen fast zum Abschlusse gekommen ist; in dem Marklager ist die Zahl der degenerirenden Fasern im Vergleich zum vorigen Versuche noch nicht in Abnahme begriffen.

Versuch IV.

Die Versuchszeit beträgt 3 Tage.

Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigt das an der Druckstelle gelegene Piagewebe eine mässige Verdickung. Einzelne der pialen Gefässe sind stark gefüllt, vor Allem die an der Peripherie der Druckstelle gelegenen, die Wandungen derselben etwas verdickt. Das Gliagewebe weist

deutliche Erweiterung der Maschen auf, und zwar nicht nur direct unter der Druckstelle, sondern auch in deren nächster Umgebung; der Uebergang der afficirten Gewebe in die normalen ist ein allmählicher. Die Gliastränge selbst sind verdickt, und zwar mit der entsprechenden normalen Partie der anderen Hemisphäre verglichen oft um das Doppelte. Aus jener obenerwähnten Erweiterung der Gliamaschen, verbunden mit Abnahme des Nervengewebes, erklärt sich die auf Taf. I, Fig. 3 abgebildete, unter der Compressionsstelle gelegene helle Zone, welche, fast das ganze durch den Druck in Mitleidenschaft gezogene Gebiet einnehmend, sowohl an Hämatoxylin-, als auch Weigert'schen Markscheidenpräparaten deutlich hervortritt.

Die Untersuchung der Präparate nach der Weigert'schen Markscheidenfärbung ergiebt sofort auffallende Verminderung der Nervenfasern in allen Schichten unter der Compressionsstelle. Die Nervenfasern selbst sind in eine Reihe von Segmenten zerfallen, zwischen welchen aber noch vereinzelte varicöse Ueberbleibsel derselben zu finden sind. Die Querschnitte der Nerven sind noch als blassgelbe Scheiben zu erkennen, denen fast durchweg die Markscheide fehlt.

Die Ganglienzellen, nach der Nissl'schen Methode gefärbt, boten in ihrem Verhalten keine wesentlichen Unterschiede von den Befunden des vorhergehenden Versuchs.

Versuch V.

Bei diesem Versuche, der, wie alle vorher angeführten, zugleich an mehreren Kaninchen ausgeführt wurde, bemisst sich die Einwirkung des Druckes auf 5 Tage. Bei der Herausnahme des Gehirns erschien die Druckstelle auf dem Frontaldurchschnitt als ein deutlich von der übrigen grauen Rinde abstechender heller Streifen, der dann namentlich nach Fixirung des Präparates in Müller'scher Flüssigkeit sehr scharf hervortrat.

An mit Hämatoxylin gefärbten Schnitten war die Pia nicht verdickt, die Gefässe mässig gefüllt, ihre Wandungen etwas verdickt. Das Gliagewebe zeigte auch hier die im Vorhergehenden angegebenen Veränderungen, doch geht die Erweiterung der Gliamaschen, sowie die Verdickung der Gliastränge noch nicht über die Schicht der kleinen Pyramidenzellen hinaus.

Nervenfasern und Ganglienzellen boten bei entsprechenden Tinctionen keine wesentlichen Verschiedenheiten von den vorhergehenden Befunden.

Versuch VI.

Die Versuchsthiere blieben 10 Tage am Leben.

Mikroskopisch zeigen angefertigte Schnittpräparate hinsichtlich Veränderungen der Pia, der oberflächlichen und in der Gehirnsubstanz verlaufenden Gefässe dieselben Verhältnisse wie die vorhergehenden Fälle.

Die Nervenfasern der oberflächlichen Schichten, die unter normalen Verhältnissen ein dichtes Flechtwerk darstellen, sind auf ein Minimum reducirt und bieten da, wo sie noch Spuren hinterlassen haben, das Bild kurzer Stäbchen oder Körner dar, die nur in den seltensten Fällen durch Zwischenglieder noch verbunden sind. In den tiefer gelegenen Zonen, der grossen Pyramiden- und der polymorphzelligen Schicht, finden sich ähnliche Veränderungen, die erst an der Uebergangsstelle zur Marksubstanz schwinden. Die Fig. 4 u. 5 auf Taf. II wurden nach solchen Prä-

paraten gezeichnet, und stellt erstere einen Durchschnitt eines normalen Gehirns dar, letztere die correspondirende Druckstelle. Beide Präparate wurden genau unter denselben Bedingungen fixirt und gefärbt und können deshalb, wie ich glaube, bei einem Versuche wohl geeignet erscheinen, die durch den Druck hervorgerufenen Veränderungen zu illustriren.

Fig. 4 (Taf. II), mit Zeiss' Apochromat 2 Mm. Comp. Oc. 4 entworfen, zeigt, wenn auch nicht die Gesammtheit, so doch sicherlich die überwiegende Mehrzahl der bei einer Schnittdicke von 10 μ zu Gesicht kommenden Nervenfasern. Ohne näher auf die einzelnen Schichten einzugehen, möchte ich nur darauf hinweisen, dass selbst die sich mit der Weigert'schen Methode so überaus schwer färbenden, tangentialen oberflächlichen Fasern, von S. Ramón y Cajal[1]) auch mittelst der Silbermethode in weit grösserer Masse dargestellt, als es mit Weigert's Markscheidenfärbung möglich ist, vielfach imprägnirt finden. Von ihnen findet sich in Fig. 5 (Taf. II), welche der Druckstelle entspricht, keine Spur mehr; erst in der tieferen Schicht der Radiärfasern treten die so typisch für die Degeneration erscheinenden, oben schon geschilderten Formen der varicösen und segmentirten Nerven wieder auf, die hinunter bis fast unmittelbar an die Marksubstanz hin zu finden sind. Der Uebergang von den degenerirten Fasern zu den normalen vollzieht sich allmählich, eine Beobachtung, die auch für die Veränderungen in späteren Stadien noch volle Geltung hat.

Die beiden Fig. 6 und 7 (Taf. III), mit den gleichen Systemen von Zeiss gezeichnet, sollen ein Bild geben von den Veränderungen der Ganglienzellen und den Stützelementen der Grosshirnrinde nach Verlauf der 10tägigen Einwirkung des Druckes. Sie sind nach der Nissl'schen Methode mit Magenta gefärbt, nach Einbettung in Paraffin 10 μ dick geschnitten und entsprechen genau correspondirenden Stellen der normalen und der pathologischen Hemisphäre.

Während auf Fig. 6 (Taf. III) die Pia in normalem Durchmesser über die Hirnoberfläche hinzieht, erscheint sie an der Druckstelle fast um das Dreifache verdickt und bildet in diesem Verhalten ein Analogon für das andere hier in Betracht zu ziehende bindegewebige Element: die Neuroglia. Ihre Maschen, sonst so regelmässig angeordnet, sind hier vielfach confluirt oder durch den Schwund der Hohlräume in Inseln von conglomerirten Gliagewebe umgewandelt. Die Kerne dieses Stützgewebes sind im Verhältniss zum normalen Durchschnitt vermehrt, entsprechend der Zunahme des Gewebes, und oft auf weite Strecken hin neben den Kernen der Gefässwandung die einzigen chromatophilen Körper, auf welche das Auge bei der Durchsicht der Druckstelle stösst. Diese Gliawucherung und in Verbindung mit ihr die Zunahme ihrer Kerne dehnt sich bis tief in die Schicht der polymorphen Zellen aus, allerdings je tiefer, je mehr an Intensität verlierend.

Die Ganglienzellen, die, wie das normale Präparat zeigt, sich mit der oben angegebenen Methode scharf imprägniren und nicht nur deutlich den Kern, sondern auch das Protoplasma, sowie dessen Fortsätze, allerdings nur eine Strecke weit, intensiv gefärbt erkennen lassen, haben nach

---

1) Sobre la existencia de celulas nerviosas especiales en la primura capa de las circonvoluciones cerebrales. Gaceta medica Catal. Barcelona XIII. 1890.

so langer Einwirkung des Druckes bedeutende Wandlungen an Zahl wie an Beschaffenheit erfahren.

In der oberflächlichen Schicht der Druckstellen, die sich bei diesem Versuche in einer Ausdehnung von 10 Mm. im Durchmesser kreisförmig ausbreitet, finden sich von dem Protoplasma der Zellen nur noch spärliche Reste von Körnchen, die sich als ziemlich chromatophil erweisen. Von einer Abgrenzung des Kernes vom Protoplasma ist in den meisten Fällen keine Spur mehr zu erkennen, der Kern als solcher ebenfalls wie jenes nur mehr in Form der oben beschriebenen Körnchen nachweisbar. In einigen Fällen findet sich diese körnige, chromatophile Substanz in einem Theil der Randzone des Kernes angehäuft und verleiht demselben dadurch eine sichelförmige Gestalt, in anderen Fällen lagert sie sich continuirlich im inneren Umfang der noch erhaltenen Kernmembran an, und bewirkt in diesen Fällen noch eine deutlich hervortretende Abgrenzung zwischen Kern und Protoplasma der Zelle. Auch einzelne, von allem Protoplasma beraubte freie, ebenfalls bereits in Degeneration befindliche Kerne treten auf, die dann in den auch ihre ursprüngliche Weite beibehaltenden Gliamaschen gelagert sind, ohne deren Raum auszufüllen.

In den tieferen Schichten der Hirnrinde finden sich diese Erscheinungen überall mehr oder minder ausgeprägt, doch gilt im Allgemeinen die Regel, dass dieselben mit fortschreitender Entfernung von der Druckstelle in die Tiefe sowohl an Zahl, wie an Intensität progressiv abnehmen.

Präparate, welche nach 10 Tage lange dauerndem Drucke unter Anwendung der Marchi'schen Methode hergestellt wurden, liessen in den obersten Schichten wenige in Degeneration befindlichen Nerven erkennen, in den tieferen waren solche ebenfalls nur in sehr geringer Anzahl anzutreffen, so dass ich geneigt bin, dieselben nicht mehr als durch den Druck hervorgerufen zu betrachten, sondern als Kunstproducte aufzufassen oder durch andere Einflüsse veränderte Fasern, wie sie sich auch im normalen Centralnervensystem zu jeder Zeit finden und auch von Marchi beschrieben wurden.

Wie aus den obigen Befunden zu ersehen ist, nehmen die durch den Druck auf das Gehirn, spec. die Grosshirnrinde hervorgerufenen Veränderungen der nervösen Elemente mit der Druckdauer progressiv an Intensität ab, um endlich bei 10tägiger Einwirkung desselben zu einem gewissen Stillstande zu kommen. Es schliesst also mit dieser Druckdauer ein zweiter Cyclus der Veränderungen ab, deren erster etwa die Zeit bis zu einem Tage, dieser von 1 bis zu 10 Tagen umfasst.

Von diesem Zeitpunkt an setzt eine neue, dritte Periode ein, die sich hauptsächlich in Umwandlungsprocessen der Stützelemente der durch den Druck betroffenen Region manifestirt. Dieselbe umfasst einen Zeitraum von 10 bis 60 Tagen; darüber hinaus wurden, weil bei letztgenanntem Zeitpunkt keine weiteren Fortschritte der Veränderungen beobachtet wurden, keine Versuche mehr angestellt.

Im Folgenden soll an einzelnen, der Versuchsreihe entnommenen

Fällen, die weitere Umwandlung der durch den Druck in Mitleidenschaft gezogenen Gewebe dargelegt werden.

Versuch VII.

15 Tage blieb das Versuchsthier am Leben.

Das auffallendste Moment dieser Versuchsreihe bildet an Hämatoxylinpräparaten die Dickenzunahme der Pia mater. Dieselbe erfolgte nicht nur unter, sondern auch im Umkreise des den Druck bewirkenden Körpers, so dass derselbe, wie von einem Wall umgeben, auf der Hemisphäre gelagert war.

Die Veränderungen des Gliagewebes bestehen direct unter der Pia in einer im Vergleich mit den vorigen Versuchen nicht unerheblichen Verbreiterung der Stränge, so dass die von nervösen Elementen fast vollkommen entblössten Hohlräume der Maschen immer mehr schwinden. Ebenso findet sich an den oberflächlichen Gefässen eine Dickenzunahme der Wandungen, die namentlich durch Wucherung der Media erfolgte; diese Erscheinung zeigen sowohl stärkere Aeste, als auch feinere Verzweigungen der Gefässe.

Die Nervenelemente lassen keine weiteren Veränderungen erkennen.

Versuch VIII.

Dieser Versuch, welcher eine Versuchsdauer von 20 Tagen umfasst, bietet im Zusammenhalt mit dem vorhergehenden keine nennenswerthen Umwandlungen der Gewebe. Mit der oben schon charakterisirten Dickenzunahme der Pia mater geht Hand in Hand eine Volumzunahme der Glia, die nunmehr auch in den tieferen Schichten zum Ausdruck gelangt.

Auch hier können keine Veränderungen der nervösen Elemente, die als weitergreifende Degeneration zu deuten wären, nachgewiesen werden.

Versuch IX.

Bei einer Versuchsdauer von 25 Tagen liegen die Verhältnisse im Wesentlichen wie beim vorhergehenden Versuche. Nur konnte an allen drei Thieren, die dem Experimente unterzogen wurden, eine bedeutendere Verdickung der Pia constatirt werden, die namentlich in dem sich rings um die eingeführte Kugel bildenden Grenzwall besonders markant hervortrat.

Die übrigen Veränderungen, sowohl des Nerven- wie Stützgewebes wichen in nichts von den schon oben geschilderten ab.

Versuch X.

Die Veränderungen zeigen bei dreissigtägiger Druckdauer keine wesentlichen Unterschiede gegenüber dem vorhergehenden Versuche. Die Verbreiterung des Gliagewebes wie der Pia sind die wesentlichen Momente, die diese Periode charakterisiren.

Präparate, die nach Weigert's Verfahren oder nach dem von Nissl oder Marchi hergestellt wurden, lassen keine Unterschiede von den schon oben rücksichtlich der nervösen Elemente gegebenen Schilderungen erkennen.

Versuch XI.

Dieser Versuch, bei welchem die Thiere 60 Tage nach der Operation am Leben blieben, wurde an zwei Kaninchen und einem Hunde aus-

geführt. Während der ganzen Versuchsdauer zeigten die Thiere keine auffallenden Erscheinungen, die irgend auf eine durch den Fremdkörper hervorgerufene cerebrale Affection hingewiesen hätte.

Die Druckstelle hatte einen Durchmesser von 1 Cm., ebenso war an dem der Druckstelle gegenüberliegenden Knochen eine Excavation durch die Bleikugel verursacht worden, welche etwa die Hälfte der Dicke des Knochens zum Schwunde gebracht hatte.

Schon bei der Herausnahme des Gehirnes zeigte sich die Dura sowie die weichen Häute namentlich in der Peripherie der Kugel bedeutend verdickt, ein Befund, den die nachfolgende mikroskopische Untersuchung im vollen Umfange bestätigte.

Das Gliagewebe ist namentlich in den oberen Partien sehr stark verdickt, die Maschen desselben sind deshalb sehr eng; in den tieferen Schichten, etwa von der Schicht der grossen Pyramidenzellen an, finden sich dieselben Veränderungen, nur nicht in demselben Grade ausgeprägt.

Die Markscheidenfärbung nach Weigert ergiebt vollkommene Degeneration der Nervenfasern bis über die Zone der kleinen Pyramidenzellen hinaus; in dieser letzteren finden sich noch einige Spuren angedeutet, und zwar in den Formen, wie sie oben beschrieben wurden.

Die Nissl'sche Methode imprägnirt erst in der grossen Pyramidenschicht einzelne Reste von Nervenzellen, die dann in den unteren Partien dieser Schicht wieder häufiger und auch wohl in einzelnen noch intacten Formen gefunden werden. Die Marchi'sche Färbung ergab bei diesen Versuchen keine positiven Befunde mehr.

Mit diesem zwei Monate dauernden Versuche schloss ich die Reihe der angestellten Thierexperimente ab, mit der aus den letzten Versuchen sich ergebenden Schlussfolgerung, dass auch bei längerer Einwirkungsdauer des Druckes keine beträchtlicheren Veränderungen, sowohl des Nerven- wie Stützgewebes sich ausbilden würden.

Erwähnt mag hier noch sein, dass bei allen Versuchen behufs bacteriologischer Untersuchung Präparate von der Druckstelle mit Methylenblau hergestellt wurden, ohne jedoch jemals ein positives Resultat zu geben.

Zusammenfassung der Resultate und Schlussfolgerungen.

Wenn ich in Kürze die Hauptergebnisse zusammenstelle, die ich bei Ausführung der Versuche erhalten habe, so kann ich am besten einen Ueberblick gewähren, indem ich dieselben in Perioden theile, welche ihre Begründung in den entstandenen Veränderungen finden.

Die erste Periode umfasst die Versuche I, II, III, also einen Zeitraum bis zu 24 Stunden. Sie ist im Wesentlichen charakterisirt durch Degenerationserscheinungen sowohl der Nervenzellen wie Nervenfasern der oberflächlichsten Schichten: der Tangentialfaserschichte und der Schichte der kleinen Pyramidenzellen.

Die zweite Periode betrifft die Versuche IV, V, VI, die die

Veränderungen der Grosshirnrinde während einer Druckdauer von 1 bis zu 10 Tagen umfassen. Die hier zur Beobachtung gelangten Gewebsumwandlungen beschränken sich in diesem Zeitraum nicht mehr auf die oben erwähnten Schichten, sondern greifen bereits mehr in die Tiefe, hier dieselben Veränderungen bewirkend wie dort. Ausserdem tritt in den oberen Schichten eine neue Erscheinung auf: eine beginnende Zunahme des Stützgewebes auf Kosten der nervösen Elemente sowie Verdickung der Pia mater.

Eine dritte Periode endlich schliesst die Versuche VII, VIII, IX, X und XI in sich und damit einen Zeitraum von 10—60 Tagen. Die während dieser Zeit auftretenden Erscheinungen manifestiren sich in progressiver Abnahme der nervösen Elemente, auch der tieferen Partien der Gehirnrinde, Zunahme des Stützgewebes ebenda, während in den oberflächlichen Schichten die degenerativen und productiven Erscheinungen zum Stillstand gekommen sind. Alle diese Veränderungen sind nach 30 Tagen schon vollkommen ausgebildet und es zeigt der letzte Versuch von 60tägiger Dauer, dass hier im Wesentlichen nur noch eine verhältnissmässig geringe Verdickung der Pia erfolgte.

Aus diesen Ergebnissen erhellt nun, dass gerade die erste Zeit des gleichmässig andauernden mechanischen Druckes die grössten Veränderungen vor Allem des Nervengewebes verursacht: eine Erscheinung, die auch mit der klinischen Beobachtung derartiger Fälle, wie z. B. bei Schädelimpressionen, übereinstimmt, bei welchen unmittelbar nach dem Trauma, sowie nur kurze Zeit nachher die stürmischen Erscheinungen des Hirndruckes beobachtet werden, während Tage sowie Wochen später, wenn keine entsprechende Sanirung erfolgt, die nur mehr langsam fortschreitende histologische Veränderung ihren Ausdruck in chronischen Symptomen findet. Es ist hierdurch ein werthvoller Fingerzeig gegeben für die Therapie derartiger Affectionen, die vom histologisch-theoretischen Standpunkte aus sofortiges Eingreifen erheischen und hierdurch nicht nur den eventuellen Stillstand der rasch fortschreitenden Läsion gewährleisten, sondern auch vielleicht einen gewissen Grad von Reparation des noch nicht zu stark in Mitleidenschaft gezogenen Gewebes erwarten lassen. Die definitive Entscheidung dieser hier berührten Frage kann wohl nur einzig und allein ebenfalls auf experimentellem Wege zum Austrage gebracht werden, und dürfte sich zu deren Lösung das Eingangs erwähnte Operationsverfahren mit der Modification empfehlen, dass die Kugeln, resp. Fremdkörper, nachdem sie eine bestimmte Zeit zwischen Schädeldach und Gehirn belassen wurden, unter möglichster Beobachtung der antiseptischen Cautelen entfernt werden, und dann die Thiere nach ver-

schieden langer Lebensdauer zur Untersuchung gezogen werden. Erwähnt sei hier noch, dass einige Kaninchen, welche diesen beiden Operationen probeweise unterzogen wurden, ohne irgend welche Störungen Wochen lang am Leben blieben; leider gebrach es mir an Zeit, die nunmehr eingetretenen Veränderungen einem eingehenden Studium zu unterziehen.

Es sei mir hier noch gestattet, Herrn Ober-Medicinalrath Prof. O. Bollinger für seine liebenswürdige Unterstützung und Förderung bei der Ausführung dieser Arbeit meinen ergebensten Dank zum Ausdrucke zu bringen, ebenso Herrn Privatdocenten Dr. H. Schmaus, welcher mir bei der Bearbeitung dieses Themas in seinem Laboratorium zu jeder Zeit freundlichst seinen Rath und seine Hülfe zur Verfügung stellte.

Erklärung der Abbildungen.

(Tafel I—III.)

Fig. 1. *a*, *b*, *c*, *c'* Contourzeichnungen von auf photographischem Wege reproducirten Grosshirnquerschnitten. Natürl. Grösse. In Fig. *a* zeigt die rechte Hemisphäre die Druckimpression, links ist die correspondirende normale Seite. Fig. *b* zeigt links eine starke Impression, rechts die normale Hemisphäre. Fig. *c'* zeigt eine flache, weitausgedehnte Impression, *c* ist die correspondirende normale Seite.

Fig. 2. Querschnitt einer Druckstelle, nach Marchi's Methode behandelt. Zeiss, Obj. E. Oc. I. Prisma. *a* Pia mater, *b* quergetroffene, in Degeneration begriffene Nervenfasern, *c* Myelinkugel.

Fig. 3. Gehirnquerschnitt bei Lupenvergrösserung, rechts oben die durch den Druck hervorgerufene Impression sowie durch die Degeneration nervöser Elemente Gewebslockerung zeigend, dieselbe ist als die helle, ʔ-förmig gekrümmte Stelle gekennzeichnet.

Fig. 4. Schnitt durch die intacte Grosshirnrinde eines Kaninchens, Weigertfärbung. Zeiss, Apochromat 2 Mm., Comp. Oc. 4.

Fig. 5. Die correspondirende Stelle zu Fig. 4 bei Druckeinwirkung. Zeiss, Apochromat 2 Mm., Comp. Oc. 4. Weigertfärbung.

Fig. 6. Gehirnrinde, normal, eines Kaninchens nach Nissl's Ganglienzellenfärbung mit Magentaroth. Zeiss, Apochromat 2 Mm., Comp. Oc. 4.

Fig. 7. Gehirnrinde eines Kaninchens, die correspondirende Stelle zu Fig. 6 nach Druck zeigend. Nissl's Ganglienzellenfärbung mit Magentaroth. Zeiss, Apochromat 2 Mm., Comp. Oc. 4.

Fig. 1.

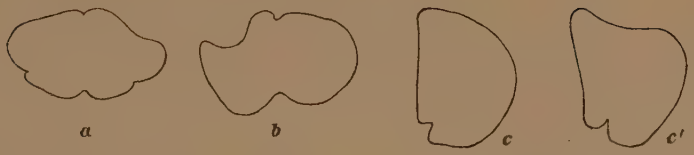


Fig. 2.

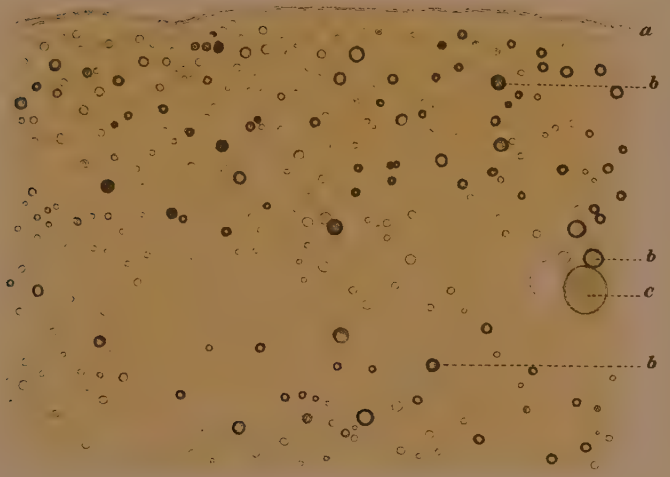


Fig. 3.

Neumayer del. Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.

Verlag von F. C. W. Vogel in Leipzig

Fig. 4.

Fig. 5.

Lith. Anst. v. Aehnis Kinkhardt Leipzig

Verlag von F. C. W. Vogel in Leipzig

Fig. 7.

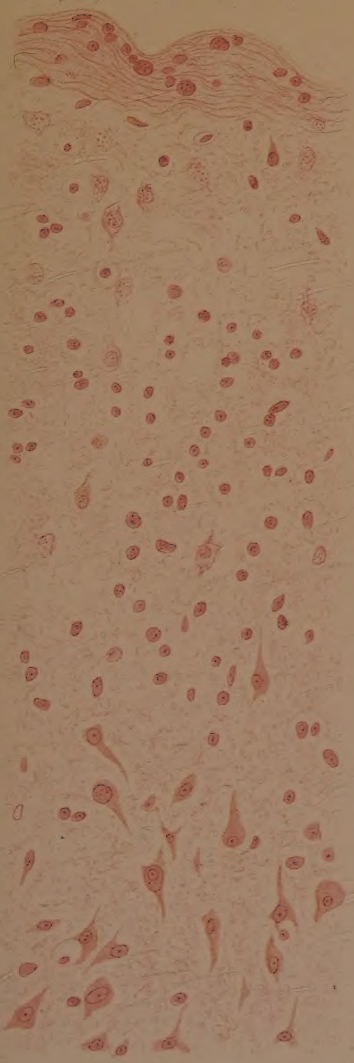
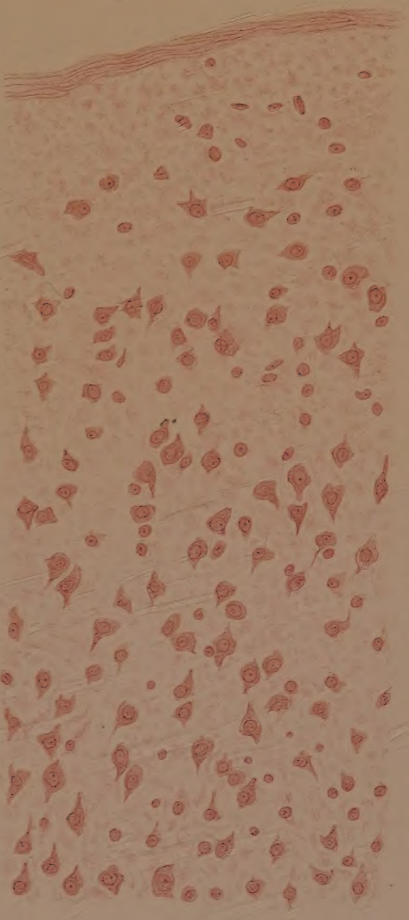


Fig. 6.



Neumayer del.

Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.

Verlag von F. C. W. Vogel in Leipzig.